



大山雀筑巢投入的影响因素分析

何 擷¹, 张克勤¹, 王春清¹, 张恒军¹, 李荣权¹,
赵桂英¹, 何玉华¹, 于江萍², 戚嘉儒¹, 刘 昕¹, 宋百军^{1*}

(1. 吉林农业科技学院动物科技学院, 吉林, 132109;
2. 东北师范大学生命科学学院, 长春, 130024)

稿件运行过程

收稿日期: 2023-04-26
修回日期: 2023-05-26



关键词: 大山雀;
巢材;
人工巢箱;
繁殖时期

Key words: Japanese tit (*Parus minor*);
Nest material;
Artificial nest boxes;
Breeding period

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号:

2310-1490(2024)-02-0415-06

DOI: 10.12375/ysdwxb.20240222

摘要

次级洞巢鸟是森林生态系统不可或缺的一部分,研究其繁殖期的亲鸟筑巢投入具有重要意义。2019—2022年在吉林省左家自然保护区内利用人工巢箱,以大山雀(*Parus minor*)为研究对象,以巢材质量和毛发类巢材质量占比为指标,探究人工巢箱设置、巢材组成及繁殖时期与大山雀繁殖投入之间的关系。结果显示:大山雀倾向选择小口径(2.8 cm)巢箱(68.35%),投入的巢材质量较高;巢口朝向对巢材质量无显著影响,但对毛发的使用量有显著差异,其中西北朝向的毛发质量占比显著高于东南朝向($p<0.05$),东南朝向的小口径巢箱毛发质量占比显著高于大、中口径巢箱($p<0.05$),西北朝向则相反,大、中口径巢箱毛发质量占比显著高于小口径巢箱($p<0.05$),但两个朝向的小口径巢箱毛发质量占比无显著差异;大山雀繁殖时期第1窝的毛发使用量显著高于第2窝($p<0.05$)。研究表明,巢箱朝向、口径、巢材中毛发质量占比及繁殖时期能影响大山雀的筑巢投入,大山雀在繁殖期能快速改变繁殖策略并在适宜环境中繁育后代。

Analysis of the Influencing Factors on Nesting Investment of Japanese Tits

HE Xie¹, ZHANG Keqin¹, WANG Chunqing¹,
ZHANG Hengjun¹, LI Rongquan¹, ZHAO Guiying¹, HE Yuhua¹,
YU Jiangping², QI Jiaru¹, LIU Xin¹, SONG Baijun^{1*}

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31870368);吉林农业科技学院畜牧学重点学科建设项目

第一作者简介: 何擷(2000—),女,本科生。E-mail:2671275746@qq.com

*通信作者: 宋百军, E-mail:jlsbj2005@126.com

- (1. School of Animal Science and Technology, Agricultural Science and Technology College of Jilin, Jilin, 132109, China;
2. School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun, 130024, China)

Abstract: Secondary cavity-nest birds are an indispensable part of forest ecosystems, and studying the investment of parent birds in nest during the breeding period is of great significance. 2019—2022, we used artificial nest boxes, taking nest material quality and the proportion of hairy nest material quality as indicators, to investigate the relationship between the artificial nest box setting, nest material composition, breeding period and the reproductive investment of Japanese tits (*Parus minor*) in Zuoqia Nature Reserve, Jilin Province. The results showed that Japanese tits tended to select small entrance size (2.8 cm) nest boxes (68.35%) with high quality of input nesting material. The orientation of nest entrance had no significant effect on nesting material quality, but had significant difference on amount of hair use. The percentage of hair quality in northwest orientation was significantly higher than that in southeast orientation ($p < 0.05$), and the percentage of hair quality in the small entrance size nest boxes in the southeast orientated nests was significantly higher than that in the large and medium entrance size nest boxes ($p < 0.05$), while the opposite was true in the northwest orientated nests, where the percentage of hair quality in large and medium entrance size nest boxes was significantly higher ($p < 0.05$) than that in small entrance size nest boxes, but there was no significantly different in the percentage of hair quality in two orientated small entrance size nest boxes. The hair usage in the first brood was significantly higher ($p < 0.05$) than that in the second brood during the breeding periods of Japanese tits. The research revealed that the orientation of nesting box, the entrance sizes, the percentage of hair quality in nesting material and the breeding period can affect the nest nesting input of Japanese tits. This bird can quickly change breeding strategies and breed offspring in suitable environment during the breeding period.

对于恢复后的次生林,森林病虫害的防治是首要任务,以鸟治虫是保护环境及无公害预防森林虫害的方法之一^[1]。许多鸟类依靠昆虫来喂养雏鸟^[2],通过招引鸟类防治虫害,对于次生林而言有效且环保。大山雀(*Parus minor*)是吉林省左家自然保护区内常见的次级洞巢鸟,在减少次生林虫害中起重要作用。在次生林中,适合鸟类入住的天然洞巢位资源处于稳定且饱和状态^[3]。由于可供洞巢鸟栖息的植被资源有限,新啄洞的数量供不应求且次级洞巢鸟利用率较高,无法满足更多次级洞巢鸟的筑巢需求。因此,人工巢箱作为招引次级洞巢鸟的常用手段,具有操作简便、灵活通用的特点^[4]。人工巢箱结构、鸟类繁殖时期等因素与次级洞巢鸟繁殖投入之间的相关研究,对于提高次级洞巢鸟的种群数量及可持续性发展具有重要意义,但目前相关研究较少。研究生物生活史策略的变化对于了解生物种群动态和生物如何适应环境至关重要^[5]。鸟类在筑巢期投入能量的多少会影响繁殖成效,巢材组成的差异也会影响最终繁殖产出^[6]。本研究以大山雀为研究对象,2019—2022年在吉林省左家自然保护区内利用

人工巢箱,以巢材质量和毛发类巢材质量占比为指标,旨在探讨人工巢箱朝向、口径、巢材中毛发质量占比及繁殖时期对大山雀繁殖投入的影响,为人工招引次级洞巢鸟的可持续性发展提供理论依据。

1 研究区概况

吉林省左家自然保护区地处吉林长白山地向松辽平原过渡的低山丘陵地带(44°0′—44°7′ N, 126°1′—126°8′ E),受东亚夏季季风影响,保护区温带大陆性季风气候特征明显,四季分明,水热条件良好。左家自然保护区林区曾被人为破坏,但经封山育林及人工管护后,现已具备较完善的生态群落结构,同时由于其特殊的地理位置、地形地势和丰富的生物多样性,使其成为研究次级洞巢鸟较为理想的区域。红松阔叶混交林为保护区原生植被,现为次生阔叶林,主要树种有辽椴(*Tilia mandshurica*)、黑桦(*Betula dahurica*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、五角槭(*Acer pictum* subsp. *mono*)和黄花落叶松(*Larix olgensis*)等,胸径19~46 cm的乔木数量较多,可满足次级洞巢鸟的繁殖需要。

2 研究方法

2.1 研究材料

在保护区内选取生态因子和自然条件相近、植被分布规律且较典型的次生林生境,依据山脊自然分界线划定试验样地,通过全球定位系统GPS测得样地面积为160 hm²。研究地点均提供山雀式的木板巢箱^[7],巢箱规格为12 cm×12 cm×26 cm,巢箱口径分别为2.8 cm(小口径)、4.5 cm(中口径)和6.0 cm(大口径),各200个,总计600个。

从2019—2022年的每年3月初开始,在样地中将1对相同口径的巢箱悬挂于随机选择的1株巢树上,2个巢箱巢口分别朝向东南、西北,巢箱悬挂高度一致,一般为2~4 m,巢树间隔50 m左右。每年在大山雀的繁殖期(4月中旬至7月中旬)观察人工巢箱入住情况。在整个繁殖周期中,记录大山雀占巢数量、每窝首枚卵日期、每窝最后一枚卵日期、窝卵数、孵化数和雏鸟数,确认第1窝首枚卵日期后,同步记录大山雀选择的巢箱口朝向和口径数据。在同一季节内,繁殖两窝可能是短寿命物种能够最大化繁殖成功的一种良好策略^[8]。大山雀有二次繁殖的习性,根据大山雀首次繁殖时间一般在4月中下旬的经验,大山雀需经历孵化期、育雏期后才能二次繁殖,因此,本研究划定5月25日为第1次繁殖(第1窝)和第2次繁殖(第2窝)的日期分界线。繁殖期结束后,收取巢材并密封保存,同时清理巢箱。一般巢材的处理方法是将收取的巢材放置冰箱内(-24~-18℃)2周,通过深度冷冻杀死寄生性和非寄生性节肢动物^[9]。受左家自然保护区气候条件和苔藓植物次生代谢产物具有抑菌、昆虫拒食等作用的影响^[10],巢箱内的巢材在雏鸟飞出放置一段时间后,苔藓类植物已自然干燥,无腐烂迹象,且收取的巢材几乎未发现昆虫,仅有因雏鸟死亡腐烂,未经人为处理的巢材出现昆虫。根据这一情况,本研究将采集的巢材经自然阴干处理后,直接使用电子天平称取巢材质量并记录数据,以干燥的巢材质量和毛发类巢材质量占比代表大山雀亲鸟的筑巢投入进行后续数据分析。

2.2 数据统计

数据在Excel 2003和R 4.2.1中整理分析。大山雀的巢材质量、毛发质量占比、巢口口径、巢口朝向以及繁殖时期的数据均采用*t*检验。

3 结果

3.1 巢材质量与巢口口径的关系

大山雀选择的小口径巢箱共有54个巢材数据(68.35%),大、中口径巢箱合并计算,共有25个巢材数据(31.65%)(表1)。小口径巢箱的巢材质量与大、中口径巢箱差异显著($t=2.117, p<0.05$),说明大山雀选择不同巢口口径巢箱对其繁殖投入有显著影响。

表1 巢口口径对巢材质量的影响

Tab. 1 Influence of entrance sizes of nest boxes on nesting material quality

巢口口径 Entrance size of nest box	巢材质量/g Nest material quality	巢箱/个 Nest box
小口径 Small entrance	43.52±2.40	54
大、中口径 Medium and large entrance	34.10±3.75	25

注:巢材质量数据为平均值±标准误。下同。

Note: Nesting material quality data are mean ± SE. The same below.

3.2 巢材质量与巢口朝向的关系

大山雀选择东南和西北巢口朝向的巢箱数量分别为39、23个(表2),在二者的选择中,巢材质量差异不显著($t=-0.829, p>0.05$)。

表2 巢口朝向对巢材质量的影响

Tab. 2 Influence of entrance orientations of nest boxes on nesting material quality

巢口朝向 Entrance orientation	巢材质量/g Nest material quality	巢箱/个 Number of nest boxes
东南朝向 Southeast orientation	39.11±2.39	39
西北朝向 Northwest orientation	43.33±4.50	23

3.3 巢口朝向、口径与毛发质量占比的关系

共采集62个毛发质量占比数据(表3)。巢口朝向为东南的巢箱毛发质量占比显著低于西北朝向($t=-2.122, p<0.05$)。东南朝向小口径巢箱的毛发质量占比显著高于大、中口径巢箱($t=2.580, p<0.05$);西北朝向小口径巢箱的毛发质量占比显著低于大、中口径巢箱($t=-4.061, p<0.05$)。小口径巢箱毛发质量占比不受朝向影响($t=0.353, p>0.05$);大、中口径东南朝向巢箱毛发质量占比显著低于西北朝向($t=-5.630, p<0.01$)。

表3 不同巢口朝向、不同口径巢箱的毛发质量占比

Tab. 3 Comparison of percentage of hair quality (mean±SE) in nest boxes with different entrance orientations and sizes

巢口朝向 Entrance orientation	毛发质量占比(%) Percentage of hair quality	巢箱/个 Nest box	巢口口径 Entrance size of nest box	毛发质量占比(%) Percentage of hair quality	巢箱/个 Number of nest boxes
东南朝向 Southeast orientation	15.24±2.41	39	小口径 Small entrance	16.49±2.69	24
			大、中口径 Medium and large entrance	7.45±2.24	15
西北朝向 Northwest orientation	21.65±1.82	23	小口径 Small entrance	15.29±2.05	13
			大、中口径 Medium and large entrance	34.34±4.22	10

注: 毛发质量占比数据为平均值±标准误。下同。

Note: Hair quality is mean±SE. The same below.

3.4 繁殖时期与巢材质量、毛发质量占比的关系

采集大山雀不同繁殖时期的巢材质量数据、毛发质量占比数据共62个(表4)。大山雀亲鸟两次繁殖时期的巢材质量差异不显著($t=0.179$,

$p>0.05$), 但毛发质量占比差异显著($t=2.327$, $p<0.05$), 说明大山雀不同繁殖时期对筑巢的毛发使用量有显著影响。

表4 大山雀不同繁殖时期的毛发质量占比和巢材质量(平均值±标准误)

Tab. 4 Comparison of hair quality percentage and nest material quality (mean±SE) of nest boxes during different breeding periods of tits

繁殖时期 Breeding period	巢材质量/g Nest material quality	毛发质量占比(%) Percentage of hair quality	巢箱/个 Number of nest boxes
第1窝 First brood	40.86±2.56	16.59±2.31	38
第2窝 Second brood	39.90±4.71	8.65±2.51	24

4 讨论

4.1 巢口口径对大山雀繁殖投入的影响

本研究证实, 大山雀选择小口径巢箱的比例高, 选择大、中口径巢箱的比例较低。巢捕食是导致鸟类繁殖失败的主要原因^[11]。在吉林省左家自然保护区内, 大山雀的主要天敌是花鼠(*Tamias sibiricus*)和北松鼠(*Sciurus vulgaris*)。观察发现, 选择小口径巢箱的大山雀发生巢捕食的比例较小, 亲鸟繁殖成活率高。由此推测, 由于花鼠进入小口径巢箱相对困难, 松鼠根本无法进入, 因此亲鸟受天敌的干扰较小, 可添加更多巢材, 能在产卵前顺利完成筑巢, 进一步提高巢箱保温性能, 提高繁殖成功率。对于大、中口径巢箱, 亲鸟受花鼠、松鼠等天敌的干扰强度增大, 使亲鸟筑巢投入不足, 导致巢材质量小。在今后

的巢箱设计中, 应针对不同次级洞巢鸟的形态结构特点及天敌等受胁因素, 进一步改良不同人工巢箱的巢口口径, 为提高人工巢箱招引次级洞巢鸟的利用率提供更可靠依据。

4.2 不同巢口朝向、口径对巢材毛发投入量的影响

4.2.1 巢口朝向的影响

有研究认为, 大山雀为保证巢箱内孵化温度稳定, 在外界气温不同时, 会倾向选择洞口位于背风、向阳的巢^[12]。本研究发现, 大山雀对不同巢口朝向的巢箱在选择上有相对适应性改变, 并不会倾向于一个方向筑巢, 大山雀通过改变巢材成分比例来调节所在巢箱的温度。如东南朝向属背风向阳朝向, 选择此朝向巢箱的大山雀会减少毛发的使用量, 而西北朝向属迎风背阴朝向, 大山雀则会增加毛发使用量以增强保温效果。

4.2.2 不同朝向的巢口口径的影响

大多数雀形目(Passeriformes)鸟类将巢穴作为产卵孵化的专属场所,并将雏鸟抚育至羽翼丰满阶段^[13],其中,巢材的作用主要体现在维持孵化期和育雏初期的巢内温度^[14]。大山雀是利用哺乳动物毛发的数量和多样性最高的物种^[15]。此外,相当数量的鸟类倾向使用苔藓植物作为筑巢材料^[16]。大山雀选择不同巢口朝向和不同巢口口径的巢箱后,其对巢材的组成搭配比例会有所不同。本研究发现,东南朝向小口径巢箱内的巢材毛发占比较多,苔藓占比较少,而大、中口径巢箱则相反,可以认为东南朝向巢口为背风向阳巢口,温度高,光照充足,大、中口径巢箱内部受光照面积较大,巢箱内温度较高,所以对保温的要求相对较低,导致毛发使用量相对减少,而小口径巢箱内部受光照面积较小,巢箱内温度相对较低,对保温要求高,从而导致毛发使用量相对增多,以维持巢内孵化温度相对稳定。西北朝向小口径巢箱内毛发占比较少,苔藓占比较多,而大、中口径巢箱则相反,可能是西北朝向巢口为迎风背阴巢口,气流强,光照不足,大、中口径巢箱内空气流速快,巢内温度易降低,增加毛发使用量能维持巢内孵化温度相对稳定,而小口径巢箱内空气流速慢,巢箱内热量不易散失,保温要求相对低,所需毛发量少。

4.3 不同繁殖时期对繁殖投入的影响

本研究证实,不同繁殖时期大山雀巢箱内的巢材质量差别很小。大山雀是晚成鸟,雏鸟的孵化期和育雏期均需要亲鸟来维持巢箱内稳定的温度。产卵日期是一种高度可塑性的性状,与春季温度密切相关^[17]。大山雀繁殖第1窝时气温相对较低,亲鸟更注重维持卵和雏鸟的温度。大山雀第2窝的筑巢期在5月末和6月初居多,而5月和6月巢箱内的温度没有显著差异,亲鸟在第2窝的筑巢投入中毛发质量占比减少,少数巢材几乎没有毛发,这种现象在第1窝巢箱中没有出现。随着夏季气温升高,亲鸟在繁殖第2窝后代时降低了对巢箱保温作用的要求,不用将更多精力投入在维持巢箱内温度的毛发上,而更注重其他繁殖投入。

5 结论

大山雀选择小口径巢箱投入的巢材质量较高。选择西北朝向巢箱的大山雀对毛发的使用量较高,

且对西北朝向大、中口径巢箱的毛发使用量更高。大山雀繁殖时期第1窝的毛发使用量比第2窝高。综上所述,巢箱朝向、口径、巢材中毛发质量占比及繁殖时期等多种因素可影响大山雀种群的筑巢投入,大山雀在繁殖期能快速改变繁殖策略并在适宜环境中繁育后代。

在今后的研究中,将通过探究影响大山雀种群的其他繁殖投入因素,分析更多人工巢箱与次级洞巢鸟繁殖投入间的关系,以便确定人工巢箱的招引效果及大山雀的种群动态,进一步优化人工巢箱的应用。

参考文献:

- [1] 梁立明. 人工巢箱招引鸟类防治害虫研究[J]. 辽宁林业科技, 2018(2): 40-42.
LIANG L M. Study on artificial nest box to attract birds to control pests [J]. Journal of Liaoning Forestry Science & Technology, 2018(2): 40-42.
- [2] GAO L J, GAO J, ZHANG S P. Temperature effect on luteinizing hormone secretion of Eurasian skylark (*Alauda arvensis*) and great tit (*Parus major*) in China[J]. Avian Research, 2018, 9: 3.
- [3] 赵虹, 张克勤, 王海涛, 等. 悬挂巢箱对次级洞巢鸟类选择天然洞的影响[J]. 动物学杂志, 2011, 46(4): 25-31.
ZHAO H, ZHANG K Q, WANG H T, et al. Influence of nest box supplement on nature hole selection by secondary cavity-nest birds [J]. Chinese Journal of Zoology, 2011, 46(4): 25-31.
- [4] 王业勤, 李露, 于海悦, 等. 次级洞巢鸟类对不同生境下人工巢箱的选择[J]. 林业科学, 2021, 57(12): 99-107.
WANG Y Q, LI L, YU H Y, et al. Selection of artificial nest boxes in different habitats by secondary cavity-nesting birds [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2021, 57(12): 99-107.
- [5] LUNDBLAD C G, CONWAY C J. Nest microclimate and limits to egg viability explain avian life-history variation across latitudinal gradients[J]. Ecology, 2021, 102(6): e03338.
- [6] 李音, 张雷, 张聪莹, 等. 筑巢投入与巢材组成对大山雀繁殖产出的影响[J]. 生态学杂志, 2017, 36(6): 1667-1671.
LI Y, ZHANG L, ZHANG C Y, et al. Effects of nest construction cost and nest materials on reproduction of *Parus major* [J]. Chinese Journal of Ecology, 2017, 36(6): 1667-1671.
- [7] 宋杰. 人工巢箱的制作和使用[J]. 生物学通报, 1994, 29(4): 25-27; 49.
SONG J. The making and use of artificial nest boxes [J]. Bulletin of Biology, 1994, 29(4): 25-27; 49.
- [8] FAN Q X, E M J, WEI Y S, et al. Mate choice in double-breeding female great tits (*Parus major*): good males or compatible males [J]. Animals, 2021, 11(1): 140.
- [9] ALABRUDZIŃSKA J, KALIŃSKI A, SŁOMCZYŃSKI R, et al.

- Effects of nest characteristics on breeding success of great tits *Parus major*[J]. *Acta Ornithologica*, 2003, 38(2): 151-154.
- [10] 刘立平, 王天强, 周林宗. 苔藓类植物次生代谢产物的利用与开发[J]. *云南化工*, 2018, 45(10): 44-46.
- LIU L P, WANG T Q, ZHOU L Z. Exploration of secondary metabolites of bryophytes [J]. *Yunnan Chemical Technology*, 2018, 45(10): 44-46.
- [11] 冯昌章. 两种共域热带鸟类的繁殖策略比较[D]. 海口: 海南师范大学, 2019.
- FENG C Z. Comparison of breeding strategies in two sympatric tropical birds[D]. Haikou: Hainan Normal University, 2019.
- [12] 徐宏伟. 三种次级洞巢鸟对巢内微环境的调整对策[D]. 长春: 东北师范大学, 2018.
- XU H W. Nest microclimate adjustment strategies in three secondary hole-nesting birds [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2018.
- [13] GLĄDALSKI M, KALIŃSKI A, WAWRZYŃIAK J, *et al.* Physiological condition of nestling great tits *Parus major* in response to experimental reduction in nest micro- and macro-parasites[J]. *Conservation Physiology*, 2018, 6(1): coy062.
- [14] 焦石, 姜云垒, 张立世, 等. 大山雀营巢期投入对繁殖功效的影响[J]. *长春师范学院学报(自然科学版)*, 2010, 29(2): 76-79.
- JIAO S, JIANG Y L, ZHANG L S, *et al.* Effects of parental investment during nest building on reproductive efficacy of great tit [J]. *Journal of Changchun Normal University (Natural Science)*, 2010, 29(2): 76-79.
- [15] TÓTH M. A new noninvasive method for detecting mammals from birds' nests[J]. *Journal of Wildlife Management*, 2008, 72(5): 1237-1240.
- [16] GLĄDALSKI M, WOLSKI G J, BAŃBURA M, *et al.* Differences in use of bryophyte species in tit nests between two contrasting habitats: an urban park and a forest[J]. *The European Zoological Journal*, 2021, 88(1): 807-815.
- [17] GLĄDALSKI M, BAŃBURA M, KALIŃSKI A, *et al.* Effects of extreme thermal conditions on plasticity in breeding phenology and double-broodedness of great tits and blue tits in central Poland in 2013 and 2014[J]. *International Journal of Biometeorology*, 2016, 60(11): 1795-1800.